DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijmapr.2014.7683

دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
جلد ۳۰، شماره ۳، صفحه ۴۸۵-۴۷۶ (۱۳۹۳)

بررسی تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر خواص خاک و غلظت عناصر معدنی در گیاه دارویی همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.)

فهیمه اسلامی خلیلی[۱]، همت‌اله پیردشتی[۲*]، محمدعلی بهمنیار[۳] و فاطمه تقوی قاسمخیلی[۴]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قائمشهر

۲*- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، پست الکترونیک: pirdasht@yahoo.com

۳- دانشیار، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۴- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۰ تاریخ اصلاح نهایی: مهر ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۱

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کودهای آلی و شیمیایی بر ویژگی‌های شیمیایی خاک و برخی عناصر معدنی در گیاه دارویی همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) آزمایشی در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۱۱ تیمار در ۳ تکرار در سال ۱۳۸۹ به‌صورت گلدانی اجرا گردید. تیمارها شامل شاهد (بدون کود آلی یا شیمیایی)، کود شیمیایی (۸۰ کیلوگرم در هکتار اوره، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و ۸۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم)، کود آلی کمپوست، کود پاستوریزه (کمپوست باگاس + پرلیت)، کود گوسفندی (۱۰ تن در هکتار به‌صورت جداگانه یا تلفیق با ½ و ¼ کود شیمیایی) بود. بررسی نتایج نشان داد که تیمارهای کودی بر تمامی صفات جز بر میزان پتاسیم موجود در برگ تأثیر معنی‌داری داشته‌است. به‌طوری که در تیمارهای ۱۰ تن در هکتار کود آلی پاستوریزه و ۱۰ تن در هکتار کود دامی به همراه ½ و ¼ کود شیمیایی وزن خشک گل و برگ به‌ترتیب از بیشترین میزان برخوردار بود. بالاترین محتوی فسفر موجود در گل و برگ (به‌ترتیب با میانگین ۰/۴۶٪ و ۰/۱۷٪) در تیمار کمپوست ۱۰ تن در هکتار به همراه ¼ کود شیمیایی مشاهده گردید. بیشترین میزان عنصر مس در گل و برگ گیاه (به‌ترتیب با میانگین ۳۲/۶۰ و ۲۶/۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) مربوط به تیمارهای کودی ۱۰ تن در هکتار کمپوست به همراه ½ کود شیمیایی و ۱۰ تن در هکتار کود دامی بود. در حالی‌که تیمار ۱۰ تن در هکتار کود دامی به‌همراه ½ کود شیمیایی تأثیر قابل ملاحظه‌ای در افزایش میزان عنصر منگنز موجود در گل و برگ گیاه داشت. همچنین بیشترین میزان روی در برگ در تیمار ۱۰ تن در هکتار کود کمپوست با افزایش ۱/۲ برابری نسبت به شاهد مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.)، کودهای آلی و شیمیایی، خاک، عناصر غذایی.

مقدمه

در فلور غنی ایران که بیش از ۷۵۰۰ گونه گیاهی را دربر می‌گیرد، تعداد بسیار زیادی از آنها را گیاهانی تشکیل می‌دهند که به دلایلی دارویی نامیده می‌شوند (امیدبیگی، ۱۳۸۴). از طرفی، مصرف روزافزون گیاهان دارویی و داروهای گیاهی موجب ترغیب و توجه به کشت و تولید این گیاهان در سطح جهانی گردید (Hecl & Sustrikova, 2006). هر چند استفاده از کودهای معدنی ظاهراً سریع‌ترین و مطمئن‌ترین راه برای تأمین حاصلخیزی خاک به‌شمار می‌رود، اما هزینه‌های زیاد مصرف این نوع کودها، آلودگی و تخریب محیط زیست و خاک در نتیجه مصرف بالای آنها، موجب ترغیب بخش کشاورزی به استفاده از ضایعات گیاهی و غذایی قابل تجدید موجود (آلی و بیولوژیکی) به همراه کاربرد مناسب مواد معدنی می‌گردد (داوری‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۳؛ فلاحی و همکاران، ۱۳۸۸).

مطالعات نشان می دهد کـه اسـتفاده از منـابع مختلـف کـودی می‌تواند اثـرات قابـل ملاحظـه‌ای بـر عملکـرد و نیـز کیفیـت محصولات داشته باشد (Toor *et al*., 2006). در فرایند تغذیـه گیاه، نه تنها باید هر عنصر به اندازه کافی در دسترس گیاه قرار گیرد، بلکه ایجاد تعادل و رعایت تناسـب میـان همـه عناصـر غذایی کاملاً ضروریست. در حالت عدم تعادل تغذیه‌ای، نه تنها افزایش عملکردی رخ نمی دهد، بلکه اختلالاتی نیـز در رشـد گیاه و در نهایت اُفت در عملکرد مطرح می‌شود و پایین بـودن بازده کودهای شیمیایی در ایران تأثیری بر این اصل مهم اسـت (توسلی و همکاران، ۱۳۸۸). در بین کودهای آلـی، کمپوسـت به‌عنوان اقتصادی‌ترین منبع تولید نیتـروژن مطـرح شـده‌اسـت (Gaskell, 1999). در مورد اثرات مفید کمپوست می‌تـوان بـه بهتر شدن پایداری خاکدانه‌های خاک و کاهش خطر فرسـایش اشاره کرد. کمپوست می تواند موجب افزایش تخلخل خـاک و ظرفیت نگهداری آب در خاک شده و بـا جلـوگیری از تغییـر اسیدیته خاک موجب رهاسازی عناصر غذایی مورد نیاز گیـاه شود (داوری‌نژاد و همکاران، ۱۳۸۳). کودهـای آلـی بـه‌ویـژه کمپوست زباله شهری و دامی در مقایسه با کودهـای شـیمیایی دارای مقادیر زیادی مواد آلی هستند و می‌توانند به‌عنوان منـابع غنی عناصر غذایی خصوصاً نیتروژن، فسفر و پتاسیم آنها را به مرور زمان در اختیار گیـاه قـرار دهنـد (خنـدان و آسـتارایی، ۱۳۸۴). عناصر ضروری در سطوح کافی برای تکمیل چرخـه رشد گیاهان مورد نیاز بوده و تأثیر مهمی بر بهبود کمّی و کیفی عملکـرد محصـولات زراعـی مختلـف دارد (Warman & Termeer, 2005).

پژوهشگران تأثیر این نوع کود بر pH خاک و بـر فراهمـی کاتیون‌هایی مانند کلسیم و منیزیم و برخی عناصر پرمصـرف و کم‌مصرف دیگر و در نتیجـه بهبـود تغذیـه گیـاه را از مزایـای مصرف کودهای آلی نسبت بـه کودهـای شـیمیایی مـی‌داننـد (Zinati *et al*., 2001؛ Mkhabela & Warman, 2005). همچنـین پژوهشـگران در بررسـی اثـر انـواع کمپوسـت بـر ویژگی‌های خاک، افزایش pH را به‌دلیل معـدنی‌شـدن کـربن، تولید یون OH^- و افزایش کاتیون‌هایی ماننـد کلسـیم و منیـزیم ناشی از پیوندهای تبادلی دانسـته‌انـد (Copper & Warman, 1997؛ Khalilian *et al*., 2002؛ Zinati *et al*., 2004). از طرفی دسترسی گیاه به عناصر غـذایی خـاک وابسـته بـه pH خاک بوده، به‌طوری که با افزایش pH خاک از مقدار یون‌های آلومینیوم و آهن کاسته شده و در نتیجه رسوب فسـفر کـاهش یافته و دسترسی آن برای گیاه افزایش می‌یابد (Mkhabela & Warman, 2005). بر طبق گزارش موجود انواع کود دامی نیز برای تقویت حاصلخیزی خاک و بهبود عملکرد گیاه زراعی از قرن‌ها پیش مورد استفاده قرار می‌گرفته است. با توجه به ایـن که مراحل مختلف تولید کمپوست موجب بهبود کیفیـت بقایـای آلی می‌گردد، بنابراین کاربرد کمپوست کود دامی در مقایسه بـا کود دامی تازه آن برتری داشته و احتمال وجود بذرهای زنـده علف هرز و انواع پاتوژن‌ها را کاهش مـی‌دهـد (Sandeen & Gamroth, 2003).

تاکنون بررسی‌های متعددی راجع به تأثیر کودهـای آلـی و شیمیایی بر بهبود ویژگی‌های فیزیکی و سطح تغذیـه‌ای خـاک انجام شده‌است. شریفی عاشورآبادی (۱۳۷۸) با بررسی مقادیر مختلف کود دامی، کودهای شیمیایی و نیز کاربرد تلفیقی آنها در گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare*) اظهار داشت که مصـرف کود دامی و کود شیمیایی (NPK) بـه‌ترتیـب موجـب افـزایش ۷۸ و ۶۹ درصدی محصول رازیانه گردید، در حالی‌که کـاربرد تلفیقی آنها تولید را ۱۲۲٪ افزایش داد. همچنین تیمـار ۴۰ تـن کود دامی در هکتار عملکرد دانـه‌ای معـادل ۹۴۷ کیلـوگرم در هکتـار داشـت کـه بـیش از عملکـرد حاصـل از کـاربرد ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن، ۱۲۸ کیلوگرم در هکتار فسفر و ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم بـود. در مطالعـه‌ای دیگـر Mallanagouda (۱۹۹۵) نشـان داد کـه رشـد و عملکـرد گشـنیز (*Coriandrum sativum*) در تیمـار تلفیقـی کـود شیمیایی (NPK) با کود دامی بیشتر از کاربرد جداگانـه هـر یک از آنها بود، آنها دلیل این افزایش را به نقش کود دامـی در بهبود خواص فیزیکی خـاک و افـزایش جـذب عناصـر غذایی توسط گیاه ذکر کردنـد. کمپوسـت ضـایعات شـهری دارای عناصر کم‌مصرف هستند که می تواننـد مـورد اسـتفاده قرار گیرند (رضایی‌نژاد و افیونی، ۱۳۷۹). طبق نتـایجی کـه Cheng و همکاران (۲۰۰۷) در طی آزمایش خود به منظـور بررسی اثر کاربرد کمپوست بر میـزان عناصـر ریزمغـذی در خاک در مقایسه با کود شیمیایی به دست آوردند، خاک‌های تحت تیمار کمپوست، غلظت بیشتری از روی، مس و آهن را در خود نشان دادند. رضایی‌نـژاد و افیـونی (۱۳۷۹) اظهـار داشتند که کودهای آلی باعث افـزایش معنـی دار مـواد آلـی خاک می‌گردند و قابلیت جـذب روی، مـس، آهـن، فسـفر، پتاسیم و نیتروژن خاک را افزایش می دهنـد. در ایـن رابطـه کود دامی دارای بیشترین تأثیر بر عملکرد ذرت بود.

با توجه به اینکه مطالعات زیادی نشان می‌دهد از یک سو استفاده توأم کودهای آلی و معدنی نه تنها مقدار کاربرد کودهای شیمیایی را کاهش می دهد بلکه به ذخیره انرژی و کاهش آلودگی محیط کمک خواهد نمود (Belde *et al.*, 2000)، و از سوی دیگر گیاه همیشه‌بهار با دارا بودن حدود ۱۵٪ تا ۲۰٪ روغن که حدود ۴۵٪ تا ۶۰٪ آن اسید کالندیک است (Martin & Deo, 2000) علاوه بر مصارف خوراکی (طعم‌دهنده و رنگ‌دهنده غذاهای مختلف) دارای مواد مؤثره و ترکیب‌هایی است که در صنعت (تهیه رنگ‌های نقاشی و نایلون صنعتی) و داروسازی (تهیه انواع کرم‌ها و لوسیون‌ها) کاربرد دارد (Kalvatchev *et al.*, 1997). در سال‌های گذشته در اروپا توجه زیادی به این گیاه به عنوان یک گیاه روغنی شده‌است. این پژوهش در راستای کشاورزی پایدار و تأمین سلامت محیط زیست، با هدف استفاده کمتر از کودهای شیمیایی و تعیین مناسب‌ترین نسبت تلفیق کود شیمیایی و کود آلی به‌منظور پیشگیری از آلودگی محیط زیست انجام شده‌است.

مواد و روشها

این آزمایش به‌صورت گلدانی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۸۹ در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری اجرا شد. تیمارهای کودی عبارت بودند از: خاک مزرعه (شاهد)، کود شیمیایی (۸۰ کیلوگرم در هکتار اوره، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و ۸۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم)، کود آلی کمپوست (۱۰ تن در هکتار)، کود پاستوریزه (کمپوست باگاس+پرلیت) به مقدار ۱۰ تن در هکتار، کود دامی گوسفندی (۱۰ تن در هکتار)، کود کمپوست + ½ کود شیمیایی، کود کمپوست + ¼ کود شیمیایی، کود پاستوریزه + ½ کود شیمیایی، کود پاستوریزه + ¼ کود شیمیایی، کود دامی + ½ کود شیمیایی و کود دامی + ¼ کود شیمیایی. ویژگی‌های شیمیایی خاک و کودهای مورد استفاده در جدول‌های ۱ و ۲ آمده‌است. کاشت گیاه همیشه‌بهار در اوایل فصل بهار به‌صورت تکثیر با بذر و از طریق نشاهای تولید شده در خزانه انجام شد. نشاهای همیشه بهار در اردیبهشت ماه در مرحله ۵-۳ برگی به گلدان‌های آزمایشی منتقل شدند. در طی دوره رشد و نمو گل‌ها یک روز در میان برداشت و وزن تر گل تعیین گردید. سپس گل‌ها را در آون با دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده و وزن خشک گل‌ها اندازه گیری شد. در پایان برگ‌های گیاه نیز برداشت و در آون خشک شدند. برای اندازه‌گیری مقدار فسفر، پتاسیم و عناصر کم‌مصرف، نیم گرم از نمونه خشک گل و برگ گیاه همیشه‌بهار در دمای ۵۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۸ ساعت در کوره الکتریکی خاکستر و به همراه ۲/۵ میلی‌لیتر کلریدریک اسید (۳۸٪) با آب مقطر به حجم ۵۰ میلی لیتر رسانده شد. در عصاره بدست آمده محتوای فسفر به روش رنگ‌سنجی و با استفاده از اسپکتروفتومتر (Bauh & Lomb, Belgium)، پتاسیم توسط فلیم‌فتومتر (Corning-eel, England) و عناصر کم‌مصرف (آهن، روی، مس، منگنز) توسط دستگاه جذب اتمیک (Spectra AA 10-Australia) تعیین گردید. تعیین درصد نیتروژن گل و برگ گیاه همیشه بهار به روش هضم (نیم گرم نمونه خشک به همراه سولفوریک اسید و آب اکسیژنه هضم، سپس با سود ۱۰ مولار در بوریک اسید تقطیر و توسط کلریک سدیم تیتر گردید) و توسط دستگاه کجل‌تک (Kjeltec 2300 Analyzer, FOSS) انجام شد (امامی، ۱۳۷۵). پس از برداشت گیاهان، از خاک گلدان‌ها نمونه‌برداری انجام گردید. نمونه‌های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه خشک، کوبیده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شدند. pH نمونه‌های خاک در گل اشباع و هدایت الکتریکی از عصاره اشباع اندازه گیری شد. تجزیه آماری داده‌های آزمایش با کمک نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها برای ویژگی‌های مورد ارزیابی به روش آزمون حداقل تفاوت معنی دار (LSD) در سطح ۵٪ انجام گردید.

جدول ۱- ویژگی‌های شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

ویژگی‌ها	ماده آلی (٪)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	نیتروژن کل (٪)	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	بافت خاک
خاک	۰/۳۶	۷/۶۸	۱/۳۵	۰/۰۴	۳/۸۷	۷۰	لومی

جدول ۲- ویژگی‌های شیمیایی کود آلی مورد استفاده در آزمایش

ویژگی‌ها	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	نیتروژن کل	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	مس	منگنز
			(٪)			قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)			
کمپوست	۷/۸۱	۷/۶۹	۲/۵	۰/۵۶	۰/۶۸	۲۷۳/۲۶	۱۰۳/۹۳	۳۷/۵۲	۵۲/۴۱
پاستوریزه	۵/۱۵	۸/۷۴	۱/۰۸	۰/۴	۱/۳۷	۲۵۰۰	۶۰	۱۵	۴۰
دامی	۷/۷۷	۹/۷۳	۱/۰۶	۰/۴۵	۰/۲۱	۱۳۶۸	۸۸/۶۵	۲۱۱/۶۶	۳۳/۷۸

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها (جدول‌های ۳ تا ۶) نشان دادند که تمامی تیمارهای کودی مورد استفاده بجز بر میزان پتاسیم برگ بر سایر صفات در گیاه دارویی همیشه‌بهار تأثیر معنی‌داری داشت.

هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک

با توجه به جدول ۵، تیمار شاهد نسبت به سایر تیمارهای کودی دارای کمترین میزان هدایت الکتریکی (EC) خاک بود که با تیمار کودی شیمیایی از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری نداشت. اما میزان pH خاک در تیمار کود شیمیایی از بیشترین میزان برخوردار بود که با تیمارهای ۱۰ تن در هکتار کمپوست به همراه ½ کود شیمیایی و ۱۰ تن در هکتار کود دامی به همراه ½ کود شیمیایی در یک گروه آماری قرار گرفتند.

وزن خشک گل و برگ

با توجه به نتایج حاصل از مقایسه میانگین در جدول ۶، بیشترین وزن خشک گل و برگ در تیمارهای ۱۰ تن در هکتار کود آلی پاستوریزه و ۱۰ تن در هکتار کود دامی به همراه ½ و ¼ کود شیمیایی، به‌ترتیب ۱/۱ و ۱/۳ برابر نسبت به شاهد (با میانگین ۰/۲۳ و ۰/۲۳۳ گرم در بوته) مشاهده شد که از لحاظ آماری با تیمار ۱۰ تن در هکتار کمپوست به همراه ¼ کود شیمیایی تفاوت معنی‌داری نداشت.

غلظت عناصر پرمصرف

همان‌طور که در جدول ۶ ملاحظه می‌شود تیمارهای کود شیمیایی، ۱۰ تن کود آلی پاستوریزه به‌صورت جداگانه و به‌همراه ½ کود شیمیایی تأثیر چشمگیری در افزایش درصد نیتروژن گل (حدود ۵۴٪ افزایش نسبت به شاهد) داشت. همچنین تیمار ۱۰ تن در هکتار کود آلی پاستوریزه به همراه ¼ کود شیمیایی از بیشترین درصد نیتروژن در برگ برخوردار بود، در حالی‌که بیشترین تأثیر در کاهش درصد نیتروژن موجود در برگ گیاه مربوط به تیمار ۱۰ تن در هکتار کود دامی به همراه ¼ کود شیمیایی بود.

بالاترین محتوی فسفر موجود در گل و برگ در تیمار کمپوست ۱۰ تن در هکتار به همراه ¼ کود شیمیایی (به‌ترتیب ۵۳٪ و ۸۸٪ افزایش نسبت به شاهد) مشاهده گردید. همچنین تیمار ۱۰ تن در هکتار کود آلی پاستوریزه به همراه ¼ کود شیمیایی از بیشترین غلظت پتاسیم در گل (۲۲٪ افزایش نسبت به شاهد) برخوردار بود (جدول ۶).

غلظت عناصر کم‌مصرف

نتایج حاصل از مقایسه میانگین تیمارهای کودی مورد استفاده در میزان عناصر کم‌مصرف گیاه در جدول ۶ نشان می‌دهد که تیمار ۱۰ تن در هکتار کود دامی توانسته میزان آهن موجود در گل را حدود ۲/۳ برابر نسبت به شاهد افزایش دهد. همچنین این تیمار در میزان آهن موجود در برگ نیز مؤثر بوده و باعث افزایش آن نسبت به سایر تیمارها شده‌است اما با تیمارهای شاهد، کود شیمیایی و ۱۰ تن کود دامی از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشت.

بیشترین میزان مس در گل و برگ گیاه به‌ترتیب مربوط به تیمارهای کودی ۱۰ تن در هکتار کمپوست به همراه ½ کود شیمیایی و ۱۰ تن در هکتار کود دامی (حدود ۷۱٪ و ۱۰۰٪ افزایش نسبت به شاهد) بود. تیمار ۱۰ تن در هکتار کود دامی به‌همراه ½ کود شیمیایی با افزایش ۹۲ درصدی نسبت به شاهد تأثیر چشمگیری در افزایش میزان عنصر منگنز موجود در گل داشت. علاوه بر این میزان تجمع منگنز در برگ گیاه ۱/۷ برابر نسبت به شاهد افزایش یافت. همچنین این تیمار با سایر تیمارهای مربوط به کود دامی در هر دو اندام گیاهی تفاوت معنی‌داری نداشت.

جدول ۳- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس برخی صفات مورد مطالعه در گیاه همیشه‌بهار

میانگین مربعات (MS)								
یکی	pH خاک	وزن خشک	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	وزن خشک	نیتروژن	فسفر	پتاسیم
		گل				برگ			
	۰/۰۳	۰/۱۱	/۱۳.	۰/۰۰۱	۰/۱۵	۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۹
	۰/۰۲ **	۰/۲۶ **	۰/۴۱ **	۰/۰۰۶ **	۰/۲۲ **	۰/۰۰۶ *	۰/۵۰۴ **	۰/۰۰۱۶ **	۰/۱۶ ns
	۰/۰۰۵	۰/۰۴۴	۰/۰۰۸۱	۰/۰۰۰۵	۰/۰۳۵	۰/۰۰۱۶	۰/۰۵۴	۰/۰۰۰۳	۰/۰۷۵
	۰/۹	۲۸/۹۰	۳/۰۰	۶/۱۹	۶/۰۴	۲۷/۷۰	۱۴/۶۰	۱۵/۶۵	۳۰/۸۹

دم معنی‌داری

ادامه جدول ۳-

میانگین مربعات (MS)					
س	آهن	منگنز	روی	مس	آهن
			برگ		
۲۹/	۹۲۱۷/۱۶	۱۲۰۴/۷۳	۱۹۴/۹۸	۱۲/۱۹	۳۳۹۹۹/۵۳
۵۷/۸	۳۷۴۴۲/۶۹ **	۲۰۷۰۹/۷۷ **	۳۸۱/۳۶ **	۴۴/۸۶ **	۱۴۸۶۳۹۱/۴۲ **
۱۸/۵	۲۸۸۳/۲۸	۹۷۵/۵۸	۳۵/۸۴	۶/۴۶	۲۶۴۳۶۷/۲۴
۱۷/۵	۱۳/۶۵	۹/۳۹	۱۲/۲۷	۱۲/۸۹	۱۳/۹۶

جدول ۴- مقایسه میانگین تیمارهای کودی بر اسیدیته و هدایت الکتریکی خاک

	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
۷	۴/۵ c	۴/۹ bc	۵/۳ bc	۴/۵ c	۵/۸ abc	۷/۰ a	۷/۱ a	۶/۰ ab	۷/۱۶ a
۷	۷/۷ cd	۷/۶ d	۷/۸ bc	۷/۹ ab	۷/۷ c	۷/۷ cd	۷/۸ bc	۷/۸ abc	۷/۸ bc

یمیایی (NPK)، T3: کود آلی کمپوست، T4: کود پاستوریزه (کمپوست باگاس + پرلیت)، T5: کود دامی گوسفندی، T6: کود کمپوست + ½ کود شیمیایی، T7: کود کمپوست + ¼ کود زه + ¼ کود شیمیایی، T10: کود دامی + ½ کود شیمیایی، T11: کود دامی + ¼ کود شیمیایی

دم تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ براساس آزمون LSD است.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده در تیمارهای مختلف کودی

تیمارها	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	مس	منگنز	روی	وزن خشک
	گل (٪)			گل (میلی‌گرم بر کیلوگرم)				گل (گرم در بوته)
T1	۲/۲۳ e	۰/۳۰ f	۳/۰۲ c	۱۷۴/۹۸ e	۱۹/۰۱ e	۵۶/۲۹ f	۴۲/۶۰ e	۰/۱۰ c
T2	۳/۴۴ a	۰/۴۰ bc	۳/۰۲ c	۳۵۹/۴۷ c	۲۸/۹۱ ab	۱۰۰/۴۲ abc	۵۵/۱۵ a	۰/۱۱ c
T3	۲/۸۳ c	۰/۳۶ de	۲/۸۲ cd	۴۷۹/۲۹ b	۲۹/۶۷ ab	۱۰۴/۲۲ ab	۵۴/۰۱abc	bc۰/۱۲
T4	۳/۳۷ a	bcd۰/۳۸	۳/۱۳ bc	۴۱۶/۵۲ bc	۲۲/۰۶cde	۸۲/۱۶ cd	۵۴/۷۷ ab	۰/۲۰ a
T5	۲/۶۲ d	۰/۳۲ ef	۳/۱۰ bc	۵۸۱/۹۹ a	۲۷/۷۷ a-d	۹۶/۲۳ a-d	۴۱/۰۸ e	۰/۱۱ c
T6	۲/۹۳ bc	۰/۴۱ b	۳/۱۳ bc	۴۵۳/۴۴ b	۳۲/۶۰ a	۷۸/۴۲ de	۵۰/۴۱ a-d	bc۰/۱۱
T7	۲/۸۹ c	۰/۴۶ a	۳/۳۶ b	۴۵۶/۴۶ b	۲۰/۹۲ de	۵۹/۳۴ df	۵۳/۶۳ a-d	ab۰/۲۰
T8	۳/۴۴ a	۰/۳۵ de	۳/۱۰ bc	۲۵۱/۰۶ de	۲۳/۲۰ b-e	۸۷/۱۰ bcd	۴۶/۷۸ de	۰/۰۸ c
T9	۳/۲۹ c	۰/۳۳ ef	۳/۷۰ a	۴۰۵/۱۱ bc	۲۲/۰۶cde	۹۶/۲۳ a-d	۴۷/۹۲ b-e	۰/۰۹ c
T10	۲/۹۴ bc	۰/۳۷ cd	۳/۱۰ bc	۳۳۰/۹۴ cd	۲۱/۶۸cde	۱۰۸/۴۱ a	۴۷/۱۶cde	۰/۲۱ a
T11	۳/۰۷ b	۰/۳۱ f	۲/۶۳ d	۴۱۷/۶۴ bc	۲۲/۰۶cde	۹۸/۱۴ abc	۴۶/۷۸ de	۰/۲۳ a

تیمارها	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	مس	منگنز	روی	وزن خشک
	برگ (٪)			برگ (میلی‌گرم بر کیلوگرم)				برگ (گرم در بوته)
T1	۱/۵۲ cd	۰/۰۹ d	۰/۷۰ cd	۴۹۵۲/۴ ab	۱۲/۹۳ f	۱۶۳/۵۷ g	۱/۹۵ g	۰/۱۰۸ c
T2	۱/۹۳ b	۰/۱۳ b	۱/۰۰ abc	۴۲۰۵/۲ abc	۲۳/۲۰ ab	۳۵۲/۶۲ cde	۴۴/۵۰ def	۰/۱۱۴ c
T3	۱/۳۵ de	۰/۱۲ bcd	۰/۸۳ bcd	۳۰۴۱/۲ de	۲۰/۹۲bcd	۳۵۴/۱۴ cde	۷۱/۱۳ a	۰/۱۲۱ bc
T4	۱/۶۲ bcd	۰/۱۱ bcd	۰/۶۶ cd	۴۰۴۵/۴ bc	۲۱/۶۸ bc	۳۷۳/۱۶ bcd	۶۱/۶۲ ab	۰/۲۰۸ a
T5	۰/۸۷ f	۰/۱۱ bcd	۰/۴۹ d	۴۹۵۲/۶ a	۲۶/۲۵ a	۴۱۹/۱۹ ab	۴۴/۵۰ def	۰/۱۱۵ c
T6	۱/۵۴ bcd	۰/۰۹ d	۰/۸۵ a-d	۲۹۷۸/۴ de	۱۷/۱۲ def	۲۶۲/۴۷ f	۴۴/۸۸ def	۰/۱۱۸ bc
T7	۱/۹۰ bc	۰/۱۷ a	۱/۱۹ ab	۲۹۲۵/۲ de	۲۰/۵۴bcd	۲۳۹/۶۴ f	۵۲/۸۷bcd	۰/۲۰۴ ab
T8	۱/۶۹ bcd	۰/۱۰ bcd	۰/۹۲ a-d	۳۷۲۵/۹ bcd	۱۵/۹۸ ef	۳۳۲/۴۶ de	۴۲/۶۰ ef	۰/۰۸۲ c
T9	۲/۴۰ a	۰/۱۲ bc	۱/۳۱ a	۲۸۱۸/۷ e	۱۷/۵ cde	۳۱۸/۷۶ e	۴۷/۹۲cde	۰/۰۹۹ c
T10	۱/۵۹ bcd	۰/۱۳ b	۰/۹۱ a-d	۳۳۷۷/۸ cde	۲۳/۲۰ ab	۴۴۳/۹۱ a	۵۷/۴۳ bc	۰/۲۱۳ a
T11	۱/۱۲ ef	۰/۰۹ cd	۰/۹۲ a-d	۴۰۸۵/۴ abc	۱۷/۵ cde	۳۹۸/۲۷ abc	۳۶/۸۹ fg	۰/۲۳۳ a

*T1: شاهد (بدون مصرف کود آلی و شیمیایی)، T2: کودهای شیمیایی (NPK)، T3: کود آلی کمپوست، T4: کود پاستوریزه (کمپوست باگاس+پرلیت)، T5: کود دامی گوسفندی، T6: کود کمپوست + ½ کود شیمیایی، T7: کود کمپوست + ¼ کود شمیایی، T8: کود پاستوریزه + ½ کود شیمیایی، T9: کود پاستوریزه + ¼ کود شیمیایی، T10: کود دامی + ½ کود شیمیایی، T11: کود دامی + ¼ کود شیمیایی

**: در هر ستون و هر تیمار حرف یا حروف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ براساس آزمون LSD است.

بیشترین میزان عنصر روی در گل زمانی مشاهده شد که از تیمار کود شیمیایی (۲۹/۴٪ افزایش نسبت به شاهد) استفاده شده‌است، در حالی‌که کاربرد ۱۰ تن در هکتار کود کمپوست باعث افزایش

۱/۲ برابری این عنصر نسبت به شاهد در برگ شده‌است که با تیمار ۱۰ تن در هکتار کود آلی پاستوریزه در یک گروه آماری قرار داشته‌است.

بحث

در این پژوهش، بیشترین میزان هدایت الکتریکی در تیمارهای کودی ۱۰ تن در هکتار پاستوریزه به‌همراه ½ و ¼ کود شیمیایی و کود دامی به‌همراه ¼ کود شیمیایی و کمترین میزان اسیدیته در تیمار ۱۰ تن در هکتار کود پاستوریزه مشاهده شد. از آنجایی که کود پاستوریزه مخلوطی از کمپوست باگاس و پرلیت با هدایت الکتریکی بالا و pH پایین (جدول ۲) می‌باشد، می‌توان نتیجه گرفت که حضور کمپوست باعث افزایش هدایت الکتریکی و کاهش اسیدیته خاک گردید. گزارشهای متعددی مبنی بر افزایش معنی‌دار هدایت الکتریکی در کاربرد کمپوست زباله شهری وجود دارد. Eghball و همکاران (۲۰۰۴) نیز طی پژوهشی دریافتند که اثر باقیماندگی مصرف کود دامی و یا کمپوست به‌طور معنی‌داری باعث افزایش هدایت الکتریکی و کاهش pH خاک گردید. در همین راستا کاظمینی و عدالت (۱۳۸۸) طی پژوهشی به این نتیجه رسیدند که با مصرف کمپوست و همچنین افزایش نیتروژن قابلیت هدایت الکتریکی خاک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت که علت این امر را بالا بودن قابلیت هدایت الکتریکی کمپوست مصرف شده و نیز افزایش مقدار ترکیب‌های محلول نیتروژن خاک بیان کردند. همچنین Herrera و همکاران (۲۰۰۸) دریافتند که کاربرد زباله شهری باعث افزایش هدایت الکتریکی خاک می‌گردد.

با توجه به نتایج این آزمایش تیمارهای کودی ۱۰ تن در هکتار پاستوریزه به‌صورت جداگانه و به‌همراه ½ کود شیمیایی از بیشترین میران نیتروژن گل برخوردار بوده‌است. همچنین تیمار ۱۰ تن در هکتار کود پاستوریزه به‌همراه ¼ کود شیمیایی موجب افزایش معنی‌دار نیتروژن برگ و پتاسیم گل در گیاه همیشه‌بهار نسبت به تیمار کود شیمیایی شده است و کمپوست ۱۰ تن در هکتار به‌همراه ¼ کود شیمیایی از بیشترین میزان فسفر در گل و برگ برخوردار بود. بنابراین مصرف مخلوط کودهای آلی باعث افزایش جذب عناصر غذایی و افزایش عملکرد در گیاه می‌شود که با نتایج Kramer و همکاران (۲۰۰۲) مبنی بر تأثیر مصرف کودهای معدنی و آلی و مخلوط این دو بر جذب نیتروژن و عملکرد دانه ذرت مطابقت دارد. نتایج این آزمایش نشان داد که جذب نیتروژن در تیمارهایی که تنها نیتروژن معدنی دریافت کرده بودند بیشتر از کرت‌هایی بود که کود آلی یا مخلوط کودهای آلی و معدنی دریافت کرده بودند اما تفاوت معنی‌داری در عملکرد دانه در تیمارها مشاهده نشد. این خود حکایت از بدست آوردن عملکرد مطلوب با مدیریت استفاده از مواد آلی نیتروژن‌دار به‌صورت جایگزین دارد. تحقیقات انجام شده نشان داد که محتوی فسفر بافت دو گیاه سیب‌زمینی و ذرت شیرین تحت تیمار کمپوست زباله شهری و ترکیب ۵۰٪ کمپوست به همراه ۵۰٪ کود شیمیایی مورد نیاز خاک از لحاظ آماری مشابه تیمار فقط کود شیمیایی (NPK) بوده‌است (Mkhabela & Warman, 2005). خندان و آستارایی (۱۳۸۴) گزارش کردند که کودهای آلی به‌ویژه کمپوست زباله شهری و دامی در مقایسه با کودهای شیمیایی دارای مقادیر زیادی مواد آلی هستند و می‌توانند به‌عنوان منابع غنی عناصر غذایی به‌ویژه نیتروژن، فسفر و پتاسیم آنها را به مرور زمان در اختیار گیاه قرار دهند.

با توجه به نتایج بدست آمده مشاهده می‌شود که بیشترین میزان مس در گل در تیمار ۱۰ تن در هکتار کود کمپوست به‌همراه ½ کود شیمیایی و بیشترین میزان روی موجود در برگ در تیمار ۱۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری مشاهده شد. در تحقیقی که بر روی گیاه دارویی فلفل (*Capsicum frutescens* L.) انجام شد، مشخص گردید که افزایش درصد شیرابه کمپوست زباله شهری باعث افزایش غلظت آهن، روی و مس در اندام‌های هوایی این گیاه شد (اکبری‌نیا و همکاران، ۱۳۸۳). به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که به‌جای مصرف مداوم کود شیمیایی می‌توان با استفاده بهینه از کودهای آلی در راستای کشاورزی پایدار و کاهش آلودگی ناشی از مصرف کودهای شیمیایی در تولید گیاه دارویی همیشه‌بهار گام برداشت.

منابع مورد استفاده

- اکبری‌نیا، ا.، قلاوند، ا.، طهماسبی سروستانی، ز.، شریفی عاشورآبادی، ا. و بانج شفیعی، ش.، ۱۳۸۳. تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه بر خواص خاک، جذب و غلظت عناصر توسط گیاه دارویی زنیان و عملکرد آن. پژوهش و سازندگی (در منابع طبیعی)، ۶۲: ۱۹-۱۱.
- امامی، ع.، ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی مؤسسه تحقیقات خاک و آب، شماره ۱، ۱۲۸ صفحه.
- امیدبیگی، ر.، ۱۳۸۴. تولید و فرآوری گیاهان دارویی (جلد اول). به‌نشر (انتشارات آستان قدس رضوی)، ۳۴۸ صفحه.
- توسلی، ا.، قنبری، ا.، احمدی، م. م.، حیدری. م. و احمدیان، ا.، ۱۳۸۸. اثر کودهای دامی و شیمیایی بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در کشت مخلوط ارزن و لوبیا. مجموعه مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران، گرگان، ۲۳-۲۱ تیر: ۱۴۳۹-۱۴۳۷.
- خندان، ا. و آستارایی، ع.ر.، ۱۳۸۴. تأثیر کودهای آلی (کمپوست زباله شهری، کود گاوی) و شیمیایی بر برخی خصوصیات فیزیکی خاک. بیابان، ۱۰(۲): ۳۶۸-۳۶۱.
- داوری‌نژاد، غ.، حق‌نیا، غ. و لکزیان، ا.، ۱۳۸۳. تأثیر کودهای دامی و کمپوست غنی شده بر عملکرد گندم. علوم و صنایع کشاورزی، ۱۸(۱): ۵۶-۴۸.
- رضایی‌نژاد، ی. و افیونی، م.، ۱۳۷۹. اثر مواد آلی بر خواص شیمیایی خاک، جذب عناصر به وسیله ذرت و عملکرد آن. علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، ۴(۴): ۲۸-۱۹.
- شریفی عاشورآبادی، ا.، ۱۳۷۸. بررسی تأثیر حاصلخیزی خاک در اکوسیستم‌های زراعی. رساله دکترای زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، ۲۵۲ صفحه.
- فلاحی، ج.، کوچکی، ع.ر. و رضوانی مقدم، پ.، ۱۳۸۸. بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*). پژوهشهای زراعی ایران، ۷(۱): ۱۳۵-۱۲۷.
- کاظمینی، س.ع. و عدالت، م.، ۱۳۸۸. اثر کاربرد کمپوست ضایعات شهری و نیتروژن بر برخی خصوصیات خاک و عملکرد دانه گندم آبی. مجموعه مقالات یازدهمین کنگره علوم خاک ایران، گرگان، ۲۳-۲۱ تیر: ۲۲۲۷-۲۲۲۶.
- Belde, M., Mattheis, A., Sprengle, B. and Albrecht, B., 2000. Long-term development of yield affecting weeds after the change from conventional to integrated and organic farming. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 17: 291-301.
- Cheng, H., Xu, W., Liu, J., Zhao, Q., He, Y. and Chen, G., 2007. Application of composted sewage sludge (CSS) as a soil amendment for Turfgrass growth. Ecological Engineering, 29: 96-104.
- Copper, J.M. and Warman, P.R., 1997. Effects of three fertility amendments on soil dehydrogenase activity, organic C and pH. Candian Journal of Soil Science, 77(2): 281-287.
- Eghball, B., Ginting, D. and Gilley, J.E., 2004. Residual effects of manure and compost application on corn production and soil properties. Agronomy Journal, 96(2): 442-447.
- Gaskell, M., 1999. Efficient use of organic nitrogen fertilizer sources. Organic Farming Research Foundation Project Report, 98(04): 17p.
- Hecl, J. and Sustrikova, A., 2006. Determination of heavy metals in chamomile flower drug-an assurance of quality control. Program and Abstract Book of the 1st International Symposium on Chamomile Research, Development and Production, 7-10 June: 69.
- Herrera, F., Castillo, J.E., Chica, A.F. and Lpez Bellido, L., 2008. Use of municipal solid waste compost (MSWC) as a growing medium in the nursery production of tomato plants. Bioresource Technology, 99(2): 287-296.
- Kalvatchev, Z., Walder, R. and Garzaro, D., 1997. Anti-HIV activity of extracts from *Calendula officinalis* flowers. Biomedicine and Pharmacotherapy, 51(4): 176-180.
- Khalilian, A., Sullivan, M.J., Mueller, J.D., Sharalipour, A., Wolak, F.J., Williamson R.E. and Lippert, R.M., 2002. Effect of surface application of MSW compost on cotton production-soil properties, plant responses and nematode management. Compost Science and Utilization, 10(3): 270-279.
- Kramer, A.W., Doane, T.A., Horwath, W.R. and van Kessel, C., 2002. Combining fertilizer and organic inputs to synchronize N supply in alternative cropping system in California. Agriculture Ecosystem and Environment, 91: 233-243.
- Mallanagouda, B., 1995. Effects of NPK and FYM on growth parameters of onion, garlic and coriander. Journal of Medic and Aromatic Plant Science, 4: 916-918.
- Martin, R.J. and Deo, B., 2000. Effects of plant population on *Calendula officinalis* flower production. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 28: 37-47.
- Mkhabelaa, M.S. and Warman, P.R., 2005. The influence of municipal solid waste compost on yield, soil phosphorus availability and uptake by two vegetable crops grown in a Pugwash sandy loam soil in Nova Scotia. Agriculture, Ecosystem and Environment, 106: 57-67.

- Sandeen, A. and Gamroth, M., 2003. Composting, an alternative for livestock manure management and disposal of dead animals. Available from: http://eesc.oregonstate.edu.
- Toor, R.K., Savage, G.P. and Heeb, A., 2006. Influence of different types of fertilizers on the major antioxidant components of tomatoes. Journal of Food Composition Analysis, 19: 20-27.
- Warman, P.R. and Termeer, W.C., 2005. Evaluation of sewage sludge, septic waste and sludge compost applications to corn and forage: Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, Zn and B content of crops and soils. Bioresource Technology, 96(9): 1029-1038.
- Zinati, G.M., Li, Y.C. and Bryan, H.H., 2001. Accumulation and fractionation of copper, iron, manganese, and zinc in calcareous soils amended with compost. Journal of Environmental Health Science, Part B: Pesticides, Food Contaminants, and Agricultural Wastes, 36(2): 229-243.
- Zinati, G.M., Li, Y.C., Bryan, H.H., Mylavarpu, R.S. and Cadallo, M., 2004. Distribution and fractionation of phosphorus, cadmium, nickel, and lead in calcareous soils amended with composts. Journal of Environmental Health Science, Part B: Pesticides, Food Contaminants and Agricultural Wastes, 39: 209-223.

Effect of organic and chemical fertilizer on soil properties and nutrient concentration in pot marigold (*Calendula officinalis* L.)

F. Eslami Khalili[1], H. Pirdashti[2*], M.A. Bahmanyar[3] and F. Taghavi Ghsemkheili[3]

1- MSc. Student, Islamic Azad University, Ghaemshahr Branch, Ghaemshahr, Iran
2*- Corresponding author, Department of Agronomy and Plant Breeding, Genetics and Agricultural Biotechnology Institute of Tabarestan, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran E-mail: pirdasht@yahoo.com
3- Department of Agronomy and Plant Breeding, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

Received: August 2011 Revised: October 2012 Accepted: October 2012

Abstract

In order to evaluate the effects of enriched and non-enriched organic and chemical fertilizers on chemical properties of soil and some nutrient concentrations in pot marigold (*Calendula officinalis* L.), a pot experiment was conducted based on randomized complete block design with 11 treatments and 3 replications in 2010. Treatments were included control (without organic or chemical fertilizer), chemical fertilizer (CF) as the rate of 80 kg urea ha^{-1}, 100 kg ha^{-1} super phosphate triple and 80 kg potassium sulfate ha^{-1}, compost, pasteurized compost (bagas + perlit), sheep manure (10 ton ha^{-1} alone or plus ½ and ¼ CF). Results showed that fertilizer treatments had significant effect on all treatments except leaf potassium. Accordingly, leaf and flower dry weight were maximum in 10 ton ha^{-1} pasteurized compost and farmyard manures plus ½ and ¼ CF. The highest phosphorous concentration in flower and leaf (0.46 and 0.17 percent, respectively) was recorded when 10 ton ha^{-1} compost plus ¼ CF was applied. Furthermore, maximum Cu concentration in both flower and leaf (32.60 and 26.25 mg L^{-1}, respectively) were belonged to either 10 ton ha^{-1} compost plus ½ CF or 10 ton ha^{-1} farmyard manure while 10 ton ha^{-1} farmyard manure plus ½ CF had not significant effect on Mn content in flower and leaf. The highest Zn in leaf of marigold was observed in 10 ton ha^{-1} compost up to 1.2 times compared to control.

Key words: Marigold (*Calendula officinalis* L.), organic and chemical fertilizer, soil, nutrient elements.